

## Method for measuring ice concentration

**Publication number:** DE4325793

**Publication date:** 1995-02-02

**Inventor:** PAUL JOACHIM (DE); JAHN ERNST (DE);  
MOGILEVSKY MIKHAIL (CA); CONSTANT LEN C (GB)

**Applicant:** INTEGRAL TECHNOLOGIE GMBH (DE)

**Classification:**

- **international:** **G01N27/06; G01N33/18; G01N27/06; G01N33/18;**  
(IPC1-7): G01N33/18; G01D3/032; G01D5/14;  
G01N27/06

- **European:** G01N27/06

**Application number:** DE19934325793 19930731

**Priority number(s):** DE19934325793 19930731

[Report a data error here](#)

### Abstract of DE4325793

Method for measuring ice concentration in a liquid mixture by measuring the electrical conductivity of the liquid mixture and converting the measured value into the amount of ice which has already been crystallised.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

# Offenlegungsschrift

(10) DE 43 25 793 A 1

(51) Int. Cl. 6:

**G 01 N 33/18**

G 01 N 27/06

G 01 D 3/032

G 01 D 5/14

(71) Anmelder:

Integral Technologie GmbH, 24941 Flensburg, DE

(74) Vertreter:

Tönnies, J., Dipl.-Ing. Dipl.-Oek., Pat.- u.  
Rechtsanw.; Biehl, C., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 24105  
Kiel

(72) Erfinder:

Paul, Joachim, 24937 Flensburg, DE; Jahn, Ernst,  
24941 Flensburg, DE; Mogilevsky, Mikhail, Thornhill,  
Ontario, CA; Constant, Len C., Istead Rise,  
Nothfleet, Kent, GB

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren zur Messung der Eiskonzentration

(57) Verfahren zur Messung einer Eiskonzentration in einem  
Flüssigeisgemisch durch Messen der elektrischen Leitfähigkeit  
des Flüssigeisgemisches und Umrechnen des gemessenen  
Wertes auf die Menge bereits kristallinisierten Eises.

DE 43 25 793 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 11.94 408 065/394

6/32

DE 43 25 793 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung einer Eiskonzentration in einem Flüssigeisgemisch.

Flüssigeisgemische entstehen, wenn durch Wasser verdampfung im Vakuum bzw. durch Gefrieren einer wässrigen Sole an gekühlten Oberflächen ein Eis entsteht, das als Suspension von Eiskristallen in Wasser wie solches pumpbar ist und ähnliche Wärmeübertragungsmöglichkeiten bietet.

Besonders vorteilhaft ist die leichte Lagerbarkeit von Flüssigeisgemischen gegenüber Eisblöcken oder festem bzw. stückigem Eis und die leichte Einbeziehbarkeit in technische Anlagen dadurch, daß Flüssigeisgemische durch Rohrleitungen gepumpt werden können.

Die Energiedichte eines durch Flüssigeisgemisches beträgt ein Vielfaches derjenigen, die durch gekühltes Wasser erreicht werden kann. Im Vergleich zu Wasser sind die Pumpeigenschaften von Binäreis jedoch nur durch eine etwas höhere Turbularität gekennzeichnet. Diese Eigenschaft macht Flüssigeisgemische auch als Kühlmittel für Kühlanlagen interessant, insbesondere dort, wo bisher verwandte Kältemittel aufgrund ihrer Klimaschädlichkeit zunehmend durch unschädliche Kühlmittel ersetzt werden sollen. Großtechnisch werden Flüssigeisgemische jetzt schon zur Kühlung von Arbeitsstätten unter Tage verwandt, bei denen die Kühlanlagen große Entfernung von dem Ort entfernt sind, an dem gekühlt werden soll, nämlich an der Erdoberfläche.

Um kontrolliert Flüssigeisgemische zu erzeugen, ist die Kenntnis der Eiskonzentration der Eis/Wasser-Suspension notwendig. Da sich beim Kühlen der Eis/Wasser-Suspension in erster Linie nur die Eiskonzentration erhöht, nicht jedoch die Temperatur nennenswert verändert, ist dies nicht selbstverständlich. Bisher werden bei der Herstellung eines Flüssigeisgemisches die Eigenschaften der Eis/Wasser-Suspension nur durch Messung sekundärer Größen gemessen, wie der Menge aufgewandter Kühlernergie oder ähnlichem. Dieses ist nicht befriedigend, man möchte Aussagen über das Produkt selber direkt erhalten.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Messung einer Eiskonzentration in einem Flüssigeisgemisch zu schaffen, das direkt die Eigenschaften des Flüssigeisgemisches wiedergibt.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Der diesem Verfahren zugrundeliegende physikalische Sachverhalt besteht darin, daß bei der Erzeugung von Flüssigeisgemischen Wasser bzw. eine Sole abgekühlt und ggf. unterkühlt wird. Das gefrorene Wasser ist dabei theoretisch frei von den Zusätzen, welche den Gefrierpunkt der Sole herabsetzen. Durch die Anreicherung von Eiskristallen wird damit die Konzentration der Zusätze in der Sole zunehmend erhöht.

Die in der Sole vorhandenen Zusatzstoffe, wie z. B. Mineralstoffe, beeinflussen nun aber die elektrische Leitfähigkeit in der Sole. Somit geht die Anreicherung von Eis, d. h. die Erhöhung der Eiskonzentration, mit einer zunehmenden Konzentration der die Leitfähigkeit beeinflussenden Zusatzstoffe in der Sole einher. D. h. ein direkter Zusammenhang zwischen Zusatzstoffkonzentration und Eiskonzentration ist gegeben. Die Zusatzstoffkonzentration in dem Wasser wird so durch Messung der elektrischen Leitfähigkeit bestimmbar.

Die Unteransprüche geben vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung wieder. Insbesondere ist das Um-

pumpen des Flüssigeisgemisches vorteilhaft, da in thermischen Speichern oder bei Kälteverbrauchssystemen eine Anreicherung von Eis an bestimmten Stellen in Kauf genommen werden muß, bzw. bewußt herbeigeführt wird. Damit befinden sich an unterschiedlichen Stellen des Flüssigeisspeichers verschiedene Eiskonzentrationsverhältnisse.

Die flüssige, nicht gefrorene Sole wird sich entsprechend diesen Eisverhältnissen ebenfalls nicht homogen in den Systemen verteilen. Daher ist eine Einrichtung vorgesehen, welche in regelmäßigen Abständen oder bei Bedarf das System hinsichtlich der elektrischen Leitfähigkeit "homogenisiert", d. h. beispielsweise durch Umpumpen der nichtgefrorenen Sole im System.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus nachfolgender Beschreibung eines bevorzugten Anwendungsbeispiels mit Bezug auf eine Zeichnung. Dabei zeigt:

Fig. 1 die Anordnung eines Temperaturfühlers in einem Tank bzw. in einem Eisspeicher, und

Fig. 2 die Ausbildung der Meßeinrichtung in einer Rohrleitung.

Das hier vorgeschlagene Verfahren nutzt die Tatsache der Veränderung der elektrischen Leitfähigkeit einer elektrisch leitenden Flüssigkeit bei Eisbildung zur Bestimmung der Konzentration von Eis in dieser Flüssigkeit.

In einer Ausführung, die in Fig. 1 dargestellt ist, wird in einem Eisspeicher 1 ein Gemisch aus Eis und Wasser hergestellt. Dabei schwimmt üblicherweise das Eis wie dargestellt auf. Die Rücklaufleitung von der Kühlstelle 2 fördert das abgekühlte Wasser bzw. die Sole in den Speicher. Ein Eis-Wasser-Gemisch wird über die Vorlaufleitung 3 mittels einer Pumpe 4 einer Kühlstelle zugeführt. In beiden Leitungen können Leitfähigkeitssonden 5 vorgesehen werden. Weiter kann der Einbau auch im Eisspeicher 1 direkt erfolgen. Insbesondere wird die der Kühlstelle nachgeschaltete Rückleitung von großem Interesse für eine Messung der Eiskonzentration sein, da hier — nachdem das Flüssigeisgemisch bestimmungsgemäß benutzt wurde — am ehesten nicht vorhersehbare Verhältnisse vorliegen.

Zur Messung der Eiskonzentration wird außer der Leitfähigkeitssonde 5 ferner eine Schaltung benötigt, welche die Leitfähigkeit in eine Eiskonzentration umrechnen bzw. aus einer abgespeicherten Tabelle auslesen.

Zur automatischen Regelung der Einhaltung einer bestimmten Eiskonzentration können in dieser Schaltung Schwellwerte eingestellt werden und können den Leitfähigkeitssonden Einrichtungen zum Herstellen eines aussagekräftigen Solezustands vorgeschaltet werden. Bei der Realisation einer entsprechenden Vorrichtung muß beachtet werden, daß die Leitfähigkeitsmeßsonden weitestgehend eisfrei gehalten werden. Zweckmäßigerweise werden sie temperaturkompensiert.

Die Leitfähigkeit der homogenen, eisfreien und noch nicht gefrorenen Flüssigkeit bestimmt den Einkonzentrationszustand "Null". Bei Betrieb der Eismaschine wird ab einem bestimmten Zeitpunkt Eis entstehen, welches als Suspension vorliegt. Die Leitfähigkeitsmeßsonde bestimmt dabei die elektrische Leitfähigkeit, welche den Beginn der Eisproduktion darstellt. Dieser Punkt ist z. B. bei Systemen mit vollständiger Entladung gleichzeitig als Einschaltsignal für die Eismaschine denkbar. Mit zunehmender Eiskonzentration ändert sich nun die Leitfähigkeit der Sole (in der Regel wird sie größer) über kalorimetrische Messungen bzw. Laufzeit der Maschine

und deren Leistung lassen sich Konzentrationen im Kälteverbrauchersystem bzw. im Kältespeicher ermitteln. Da selbst bei sehr großen Speichern eine Anreicherung von Eis an bestimmten Stellen auftritt, sollte eine Einrichtung vorgesehen werden, welche in regelmäßigen Abständen den hinsichtlich der elektrischen Leitfähigkeit "homogenisiert", z. B. indem die nicht gefrorene Sole im System umgepumpt wird. Nach einer bestimmten Betriebsdauer kann man so ein Meßsignal erhalten, das mit der Eiskonzentration im gesamten System korrespondiert.

Bei einer Anordnung des Fühlers in einem Tank bzw. in einem Eisspeicher 1, wie sie in Fig. 1 dargestellt ist, schwimmt im Normalfall der Eisbestandteil der Suspension auf, da er leichter als das Wasser bzw. die Sole ist. Es ist jedoch auch denkbar, daß das spezifische Gewicht der Sole geringer als das des Eises ist, so daß das Eis zu Boden sinkt bzw. bei Gleichheit der Dichten suspendernt.

In allen Fällen wird die Leitfähigkeit der Sole zweckmäßigerweise in einem weitgehend eisfreien Gebiet der Sole bestimmt. Das bedeutet, daß die Sonde in dem Behälter an einem Ort plaziert wird, wo aufgrund der Gegebenheit Eis nicht oder nur kaum vorkommen kann.

Bei Systemen, bei denen Eis aufschwimmt, bedeutet dies, das der Leitfähigkeitssonde 5 am unteren Ende des Speichers, gegebenenfalls in einer eigenen Tasche, angeordnet werden sollte. Bei stark bewegten Eis/Wasser-Gemischen (z. B. wenn Rührwerke, hohe Umpumpleistungen, ungünstige Strömungsverhältnisse oder eine geringe Speichergröße vorliegen), kann die Sonde durch ein Gitter, eine Gazeverkleidung, Tücher oder andere Filtereinrichtungen davor geschützt werden, daß Eiskristalle in störender Menge an die Meßsonde gelangen.

Da nur die Leitfähigkeit der Sole untersucht wird und nicht deren Temperatur, ist sogar eine Anwärmung eines eisfreien geringfügigen Volumens denkbar.

In Systemen, bei denen das Eisgemisch wie in Fig. 2 dargestellt strömt, ist ein Absetzen und somit eine Trennung von Eis und Sole schwer oder gar nicht möglich. Dies ist insbesondere der Fall bei Rohrleitungen 10, gilt aber in ähnlicher Weise auch für andere Behälter mit bewegter Flüssigkeit 6. In diesem Fall wird eine Einrichtung verwendet, bei der über eine Siebstrecke 9 das Eis vom Wasser getrennt wird und eine eisfreie bzw. eisarme Sole über die Meßsonde 5 in einer Ringkammer 11 geleitet wird. Da diese Sole nach dem Durchtritt durch das Sieb eisfrei ist, korrespondiert die Leitfähigkeit dieser Sole 8 mit einer Eiskonzentration im Gesamtsystem bzw. in der Rohrstrecke. Durch eine derartige Anordnung kann eine Trennung der Suspension in reine Sole 8 und Eis führende Sole 7 vorgenommen werden. Diese Trennung ist wichtig, damit eine Meßsonde 5 nicht vereist.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Messung einer Eiskonzentration in einem Flüssigisgemisch, gekennzeichnet durch Messen der elektrischen Leitfähigkeit des Flüssigisgemisches (6) und Umrechnen des gemessenen Wertes auf die Menge bereits kristallinisierten Eises.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mechanisch ein Bestandteil des Flüssigisgemisches (6) mit festen Bestandteilen abgesondert wird, und die elektrische Leitfähigkeit des

verbleibenden Flüssigbestandteils (8) des Flüssigisgemisches gemessen wird.

3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Messung in einer Rücklaufleitung (10) hinter einer Kühlstelle vorgenommen wird.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Homogenisierung des Flüssigisgemisches vor dem Messen der Leitfähigkeit.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß durch eine Pumpe (4) in einer Rohrleitung (2; 3) das Flüssigisgemisches (6) vor dem Kontakt-Treten mit einer Leitfähigkeitssonde (5) homogenisiert wird.

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine siebartige Begrenzung (9) eines zentralen Bereichs für das Flüssigisgemisch mit festen Bestandteilen und einem hinter der Begrenzung befindlichen Freiraum (11) zum Durchfluß des flüssigem Bestandteils des Flüssigisgemisches, wobei ein Leitfähigkeitssensor (5) in diesem Bereich angeordnet ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch eine automatische Temperaturkompensation.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Steuereinrichtung zur Temperaturkompensation vorgesehen ist, die die gemessenen Leitfähigkeitswerte mit einem Korrekturfaktor entsprechend einer gemessenen Temperatur beaufschlägt.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

**- Leerseite -**

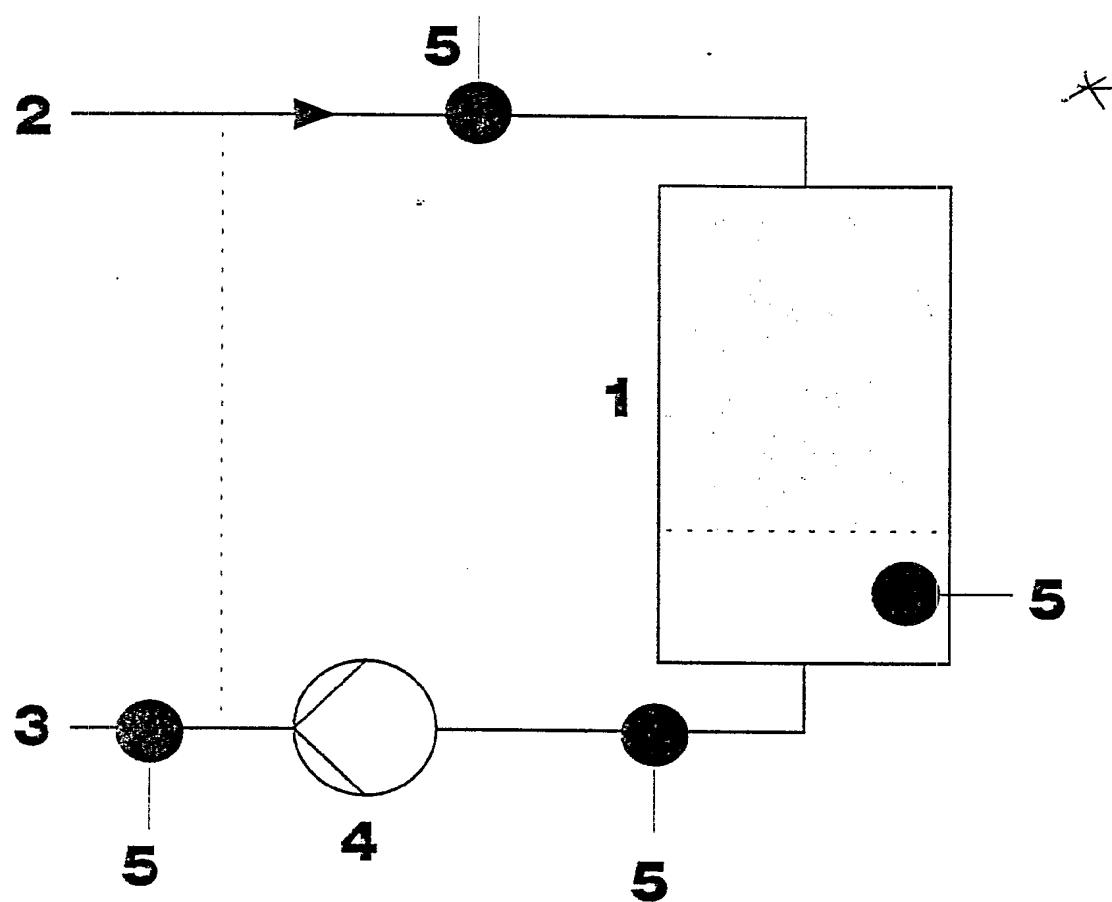


Fig. 1

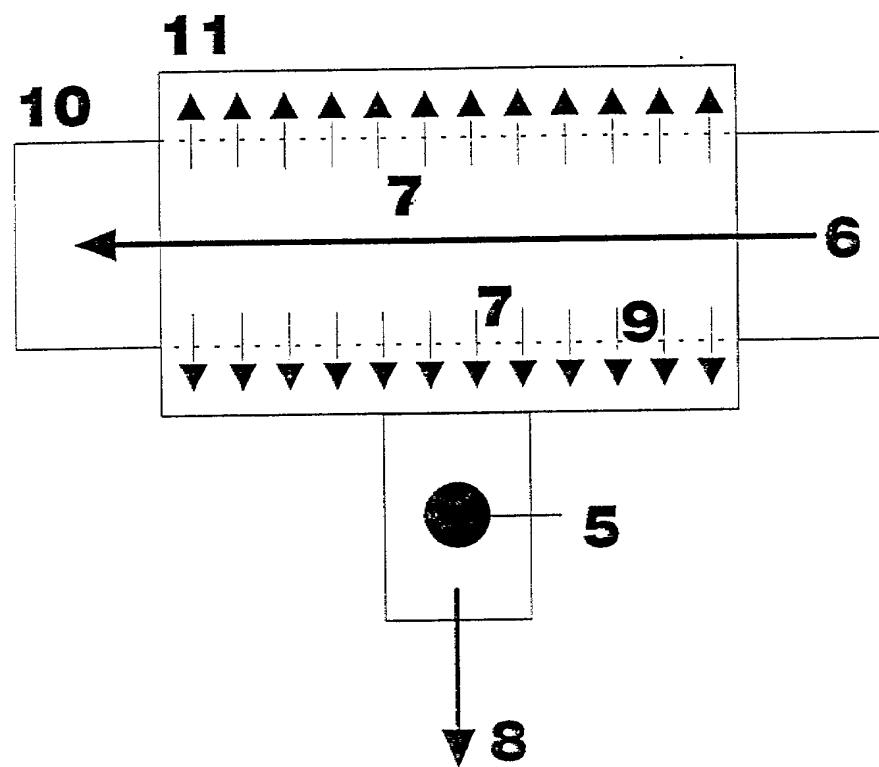


Fig. 2



Description of DE4325793

Print

Copy

Contact Us

Close

## Result Page

Notice: This translation is produced by an automated process; it is intended only to make the technical content of the original document sufficiently clear in the target language. This service is not a replacement for professional translation services. The esp@cenet® Terms and Conditions of use are also applicable to the use of the translation tool and the results derived therefrom.

The invention relates to a method to the measuring of an ice concentration in a liquid ice mixture.

Liquid ice mixtures develop, if by water evaporation in the vacuum and/or, from freezing an aqueous brine at cooled surfaces egg results, which is pumpable as suspension of ice crystals in water like such and offers similar heat transfer possibilities.

The easy storability of liquid ice mixtures is particularly favourable opposite ice blocks or solid and/or. Stückigem of egg and the easy including barness into technical plants by the fact that liquid ice mixtures can be pumped by pipings.

The power density one through liquid ice mixture amounts to a multiple of those, which can be achieved by cooled water. Compared with water the pumping characteristics of binary ice are however only characterized by a somewhat higher Turbularität. This property makes liquid ice mixtures also as cooling agent for cooling systems interesting, in particular, where related refrigerants are to be replaced due to their climatic injurious character increasingly by innocuous cooling agents. Industrially liquid ice mixtures now already for the cooling of working places under days related, at which the cooling systems large distances are distant from the place, on which will be cooled is, i.e. at the earth's surface.

In order liquid ice mixtures to produce, is necessary the knowledge of the ice concentration controls for that of egg/water suspension. Since when cooling that of egg/water suspension mainly only the ice concentration increases, not however the temperature considerably changed, is not natural this. So far with the preparation of a liquid ice mixture the properties that of egg/water suspension are measured only by measuring secondary values, like the quantity of spent cooling energy or like. This is not satisfying, one would like statements about the product direct to keep.

Task of the invention is it to create a method to the measuring of an ice concentration in a liquid ice mixture which shows directly the properties of the liquid ice mixture.

This task is solved by a method with the features of the claim 1.

This method underlying physical circumstances it consists of the fact that with the production of liquid ice mixtures water and/or, a brine cooled down and if necessary, one undercools. The frozen water is theoretically free thereby from the

- ▲ top additives, which lower the freezing point of the brine. Thereby the concentration of the additives in the brine is increasingly increased by the enrichment of ice crystals.

The additives existing in the brine, like z. B. Mineral materials, affect now however the electrical conductivity in the brine. Thus the enrichment goes of egg, D. h. the increase of the ice concentration, with an increasing concentration the conductivity of affecting additives in the brine. D. h. a direct connection between additive concentration and ice concentration is given. The additive concentration in the water becomes so assignable by measuring of the electrical Leitfähigkeit.

The Unteransprüche show favourable arrangements of the invention. In particular the Umpumpen of the liquid ice mixture is favourable, since in thermal memories or with cooling consumption systems an enrichment of ice in certain places must be taken in purchase, and/or, consciously one causes. Thus different ice concentration conditions are in different places of the liquid ice storage.

The liquid, not frozen brine will not distribute itself homogeneous likewise according to these ice conditions in the systems. Therefore an equipment is intended, which in regular spacings or if necessary the system ?homogenizes? D regarding the electrical conductivity. h. for example by Umpumpen of the not-frozen brine in the Sys

Further features and advantages of the invention result from following description of a preferential example of use with reference to a design. Shows:

Fig. 1 the arrangement of a temperature sensor in a tank and/or. in an ice storage, and

Fig. 2 the construction of the measuring instrument in a piping.

The method suggested here uses the fact of the change of the electrical conductivity of an electrical conductive fluid with ice formation to the identification of the Konzentratio of ice in this fluid.

In an execution, those in Fig. 1 is represented, in an ice storage 1 a mixture out egg and water is manufactured. Swims usually egg as represented up. The return pipe of the cooling place 2 promotes the cooled down water and/or. the brine into the memory. A Eis-Wasser-Gemisch is supplied by way of the Vorlaufleitung 3 by means of a pump 4 of a cooling place. In both wires Leitfähigkeitssonden 5 can be planned. Further the installation can take place also in the ice storage 1 directly. In particular those will be the cooling place return pipe downstream of large interest in a measuring of the ice concentration, there here - after the liquid ice mixture was intended used - earliest not foreseeable conditions to be present.

For the measuring of the ice concentration except the Leitfähigkeitssonde 5 furthermore a circuit is needed, which convert the conductivity into an ice concentration and/or. select from a stored table.

For the automatic regulation of the adherence to a certain ice concentration threshold values can become and be able eingestel the Leitfähigkeitssonden mechanisms manufacturing a meaningful brine condition to become upstream with the implementing of an appropriate apparatus must be noted in this circuit that the conductivity measuring probes are held as far as possible eisfr. They appropriately become temperature-compensated.

The conductivity of the homogeneous, ice-free and yet not frozen fluid determines the a concentration condition ?zero?. With enterprise of the ice machine starting from a certain time of egg will develop, which is present as suspension. The conductivity measuring probe determines thereby the electrical conductivity, which represents the beginning of ice production. This point is z. B. with systems with complete unloading simultaneous as switching on signal for the ice machine conceivably. With increasing ice concentration now the conductivity of the brine (it usually becomes more largely) changes over calorimetric measuring and/or. Running time of the machine and their output leave themselves to concentrations cooling consumer system and/or. determine in the cooling memory. Since even with very large memories an enrichment of egg in certain places arises, an equipment should be planned, which ?homogenizes? z in regular spacings regarding the electrical conductivity. B. as the not frozen brine in the system is umgepumpt. After a certain actual working time one can receive such a measuring signal, which corresponds with the ice concentration in the entire system.

During an arrangement of the feeler in a tank and/or. in an ice storage 1, like it in Fig. 1 is represented, swims normally the ice component of the suspension up, there it more easily than the water and/or. the brine is. It is however also conceivable that the specific weight of the brine is smaller than that of the ice, so that the ice sinks to floor and/or. with equality of the densities suspends.

Into all felling the conductivity of the brine is appropriately determined in a to a large extent ice-free field of the brine. It means that the sonde in the container at a place is placed, where due to the condition of egg or only hardly cannot occur.

With systems, with which egg up-swims, means this, which should be arranged the Leitfähigkeitssonde 5 at the lower end the memory, if necessary in its own bag. With strong moved egg/water mixtures (z. B. if agitators, high Umpumpleistungen, unfavorable flow conditions or a small memory capacity are present), the sonde can be protected by ▲ top a grid, a gauze lining, cloths or other filter mechanisms against the fact that ice crystals in disturbing quantity arrive at the measuring probe.

There only the conductivity of the brine is examined and their temperature, is not even a warming of an ice-free slight volume up conceivable.

In systems, with those the ice mixture as in Fig. represented to 2, is a depositing flows and thus a separation of egg and brine heavy or not at all possible. This is in particular the case with pipings 10, applies however in similar way also to other containers with moved fluid 6. In this case a device is used, with over one sieve-strains 9 the ice from the water is separated and an ice-free and/or. ice-poor brine over the measuring probe 5 in a ring chamber is led 11. Since this after brine depresses through the screen is ice-free, the conductivity of this brine 8 corresponds with an ice concentration in the overall system and/or. in the tubing distance. A separation of the suspension can be made by a such arrangement into pure brine 8 and egg prominent brine 7. This separation is important, so that a measuring probe 5 does not freeze.



Europäisches  
Patentamt  
European Patent  
Office  
Office européen  
des brevets

Claims of DE4325793

Print

Copy

Contact Us

Close

## Result Page

Notice: This translation is produced by an automated process; it is intended only to make the technical content of the original document sufficiently clear in the target language. This service is not a replacement for professional translation services. The esp@cenet® Terms and Conditions of use are also applicable to the use of the translation tool and the results derived therefrom.

1. Methods to the measuring of an ice concentration in a liquid ice mixture, characterized by sensing of the electrical conductivity of the liquid ice mixture (6) and converting the measured value to the quantity already kristallinisierten ice.
2. Process according to claim 1, characterised in that a mechanical component of the liquid ice mixture (6) with solid components becomes separate, and which electrical conductivity of the remaining liquid component (8) of the liquid ice mixture is measured.
3. Method after one of the preceding claims, characterised in that the measuring in a return pipe (10) behind a cooling place is made.
4. Method after one of the preceding claims, characterized by homogenization of the liquid ice mixture before the detecting of the conductivity.
5. Verfahren according to claim 4, characterised in that by a pump (4) in a piping (2; 3) liquid ice mixture (6) before in contact stepping with a Leitfähigkeitssonde (5) one homogenizes.
6. Apparatus to the lead-through of the method after one of the preceding claims, characterized by a filter-like delimitation (9) of a central range for the liquid ice mixture with solid components and a free space (11), present behind the delimitation, to the flow of the liquid component of the liquid ice mixture, whereby a conductivity sensor (5) is arranged in this range.
7. Apparatus according to claim 6, characterized by an automatic temperature balancing.
8. Apparatus according to claim 6 or 7, characterised in that control equipment for temperature balancing vorgese is subjected, the measured conductivity values with a Korrekturfaktor according to a measured temperature.

▲ top